中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 36(4)：345～356 (1987)

大、小粒型落花生品種之生長特性比較

Ⅱ、植株全氮與非構造性碳水化合物濃度之變化[1]

張富洲　劉大江[2]

摘要：以小粒型落花生品種臺南選9號與大粒型品種 Beni Bunch為材料，分春、秋作於田間進行試驗，始花後每週取樣，測定葉面積與比葉重，分析植株各器官全氮與非構造性碳水化合物（TNC）濃度，以比較兩型品種生理性狀的差異。試驗未能發現單位面積莢果與子粒產量之品種間及期作間差異，但單株產量以大粒型品種較高，葉面積則春作顯著超過秋作，但未能表現於乾物質與子粒生產，兩型品種可能具有不同的最適葉面積指數值。Beni Bunch品種營養器官中氮素濃度顯著高於臺南選9號，生育中期以後濃度降低的幅度較大，但種子含氮濃度則較低，顯示大、小粒型品種在氮素需求及利用效率方面的差異。植株愈早分化產生之子房柄的全氮與 TNC 濃度愈高，暗示同一時間不同生育階段之子房柄間有競爭養分作用存在，因而降低後期發生之子房柄形成成熟莢果的比率，導致落花生生殖效率低落。秋作植株營養器官TNC濃度高於春作，又以乾重超過全株總乾重40%的莖稈而言，TNC濃度以臺南選9號爲高，而且Beni Bunch在生育中、後期 TNC 濃度降低較爲明顯，顯示在光合成物供需平衡關係方面，小粒型品種的表現較優，亦可能與大粒型品種子粒充實具有關係。植株營養器官全氮與 TNC 濃度雖於子粒充實期間降低，但含量均有增加，亦即並無再轉移至子粒之現象發生；莢果壁則具有暫時性貯藏功能，所含養分可再轉移以供子粒充實之需。

落花生爲本省重要雜糧作物之一，近年來適合食用之大粒型品種（屬 Virginia type）重要性日增，但與小粒型品種（屬 Spanish type）比較，其產量與剝實率均低，子粒飽滿度欠佳，嚴重影響商品價值[3]；如何經由品種與栽培技術之改良以提高產量及品質，爲國內農業科技研究的重點之一。本所作物生理研究室即曾調查春作兩型品種之農藝性狀表現，發現生育中期以後，植株作物生長速率快速下降，爲乾物質生產低落原因，且營養器官與生殖器官間有競爭養分的現象存在，因而影響子粒產量[2]，但其內在作用因子爲何，則仍有待進一步研究。

落花生子粒富含蛋白質與油分，對氮素及碳水化合物的需求極高，欲求高產，必須具備旺盛之光合成作用及平衡之氮素供需關係。落花生原爲淨光合作用速率極高的作物[11]，但在產量表現方面常遜於同屬C_3型之禾穀類作物[8]；由於落花生屬於豆科，各項生理作用受氮素營養的影響很大，Court *et al.*[7]、Ono[10]、Santos and Sutton[13]與Selamat and Gardner[15,16]均曾探討落花生之氮素生理作用，認爲與淨光合成速率有密切關係，且平衡的氮素供需（N budget）對產量極爲重要。非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates，簡稱TNC）爲作物能量與儲藏物質的主要來源，對維持生理活性及產量極具意義[18]，但在落花生方面的相關試驗報告極少；在國內曾有

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1370 號。本試驗部份分析工作承魏夢麗與林淑雰小姐協助，謹致謝意。
2.本所農藝系助理與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

針對日夜溫差對落花生葉片 TNC 濃度影響的研究[1]，但在植株各器官之 TNC 生產與分佈，及田間與期作性的表現方面，仍缺少詳細的資料可供參考。

本所作物生理研究室因而在對大、小粒型落花生品種乾物質之累積與分配進行基本研究[2]之後，繼續探討春作與秋作栽培環境下，落花生植株各器官生育期間全氮與非構造性碳水化合物濃度的變化，並著重於品種間的比較，以期對大、小粒型落花生品種之產量生理有更充分的瞭解。

材料與方法

試驗採用大粒型落花生品種 Beni Bunch與小粒型品種臺南選 9 號為材料，於民國74年在臺中縣霧峰鄉本所試驗農場分春、秋作進行。Beni Bunch 與臺南選 9 號春作之行株距分別為40×15與40×10cm，秋作為35×15與35×10 cm，播種時每穴播二粒種子，不間拔；每小區10行，行長 4.5m，採逢機完全區集設計，重複 6 次。田間肥料用量為每公頃硫酸錏120kg，過磷酸鈣 300kg，氯化鉀150kg，均以基肥一次施用。生育期間行中耕除草及培土一次，其他田間管理依一般慣行栽培法進行。

自落花生始花後一週起每週取樣一次，每次自每小區逢機選取連續生長之10株為樣品，將植株區分為葉片、莖桿（含葉柄）及根部，子房柄（peg）依據 Wilkerson *et al.*[20] 之標準區分為 P_1（氣生子房柄）、P_2（子房柄伸入土中）、P_3（子房柄尖端略為膨大）及P_4（子房柄完全膨大成果實）等發育階段；自種子形成後並將莢果區分為莢果壁與種子。

測定葉面積時係將每一小葉自葉枕處摘下，擦拭後以 LI-3000型葉面積儀（LI-COR Co., U. S. A.）測定；植株各部位之乾物重係於送風乾燥機中以 80°C烘乾 48hr後秤量，經由葉片乾重與面積資料，可計算比葉重（specific leaf weight, SLW），由種子與莢果乾重比值（seed/pod ratio）可得剝實率（shelling rate）。

植株各器官於烘乾及秤量乾物重後，以 Wiley mill 經 40目（mesh）篩磨粉，再以 semi-micro Kjeldahl法分析全氮濃度，仿Smith[18]方法測定非構造性碳水化合物濃度。

落花生成熟時，自每小區選取 2 至 6 行收穫，每行均收穫連續 1m 長度內之植株，並計算植株數，以供缺株校正之需；脫莢後以日曬充份乾燥，秤量莢果與種子重，計算單株產量，並換算為公頃產量。

結　　果

依據本試驗之行株距與播種量，臺南選 9 號與Beni Bunch 品種春作之最高公頃株數應分別為50萬與33萬 3 千，秋作應分別為57萬 1 千與38萬 1 千，但由於發芽出土率未臻理想，實際株數偏低；臺

Table 1. Agronomic and yield characteristics of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons*

Variety	Crop Season	Germination Rate (%)	Pod Weight (g/plant)	Seed Weight (g/plant)	Shelling Rate (%)	Pod Yield (kg/ha)	Seed Yield (kg/ha)
Tainan S. 9	Spring	64.96**	7.64 b	5.44 b	71.2 a	2,520 a	1,800 a
Beni Bunch	Spring	75.7 a	9.44 a	6.98 a	74.1 a	2,379 a	1,760 a
Tainan S. 9	Fall	78.5 a	5.18 b	4.02 b	77.6 a	2,300 a	1,790 a
Beni Bunch	Fall	65.8 b	9.91 a	7.14 a	72.0 b	2,479 a	1,790 a

* Plant spacings for Tainan S. 9 and Beni Bunch is 40×10 and 40×15cm in the spring and 35×10 and 35×15cm in the fall crop seasons, respectively.

**Means with the same letter between varieies of each crop season are not significantly different an 5% level by Duncan's New Mutiple Range Test.

南選9號與Beni Bunch品種春作發育至成株之比率分別爲 64.9與75.7%，秋作分別爲78.5與65.8%（表1），故在定期取樣時注意避免缺株效應，成熟期取樣計算產量時，則不考慮缺株影響，以瞭解羣落之生產潛力。

春作之單株莢果產量以Beni Bunch品種較高（9.44 g），臺南選9號較低，爲 7.64 g，兩品種之剝實率分別爲 74.1 與 71.2%，差異未達顯著水準，秋作之單株莢果與子粒產量亦均以大粒型品種Beni Bunch爲高，但剝實率則低於臺南選9號（表1）。受到栽培密度與發芽率的影響，兩品種在兩期作之公頃莢果與種子產量均極爲相近，莢果產量爲2,300-2,520 kg/ha，種子產量介於1,760-1,800 kg/ha之間。

落花生植株自始花後葉面積即迅速增加，約於始花後7－9週達到高峰，而後逐漸下降（表2）。春作自始花後第6週開始，Beni Bunch 品種之單株葉面積即顯著較臺南選9號爲高，其最大值爲2,385 cm^2/plant，遠超過臺南選9號之1,898 cm^2/plant，但Beni Bunch品種葉面積於生育後期之降低亦極爲迅速，在近成熟期時與臺南選9號已無顯著差異存在(表2)；秋作落花生單株葉面積於生育期間之變化趨勢及品種間的差異與春作表現相似，但其絕對值均遠低於春作，臺南選9號最大葉面積爲792 cm^2/plant，僅爲春作最大值之42%，Beni Bunch 爲1,275 cm^2/plant，亦僅爲春作之54%。

春作落花生之比葉重均於生育初期較高，自始花後第4週開始下降，臺南選9號在近成熟期時有再次上升的趨勢， Beni Bunch 的變化則較不明顯；品種間之比較則除始花後第2－6週間以 Beni Bunch品種較高外，其他各生育階段之差異未達顯著水準（表2）。秋作之表現與春作不同，除始花後第2－3週外，未見品種之差異，且生育期間之比葉變化甚微，兩品種在接近成熟時，比葉重均有增高的趨勢（表2）。

落花生營養器官中，以葉片內所含氮素濃度最高，自始花後，葉片氮濃度自 3.6% 逐漸上升至

Table 2. Leaf area (cm^2/plant) and specific leaf weight (mg/cm^2) of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Leaf Area														
Tainan S. 9	Spring	234 a*	430 a	612 a	952 a	1,354 a	1,505 b	1,766 b	1,708 b	1,898 b	1,417 b	1,401 a		
Beni Bunch	Spring	280 a	355 b	607 a	1,034 a	1,421 a	2,062 a	2,215 a	2,385 a	2,147 a	1,913 a	1,470 a		
Tainan S. 9	Fall		415 a	439 a	564 a	644 b	763 b	792 b	726 b	712 b	683 b	517 b	379 b	
Beni Bunch	Fall		374 a	603 a	613 a	906 a	1,020 a	1,178 a	1,265 a	997 a	1,275 a	987 a	833 a	862
Specific Leaf Weight														
Tainan S. 9	Spring	4.45 a	4.71 b	4.65 b	4.03 b	3.40 b	4.09 b	4.32 a	4.14 a	4.23 a	4.31 a	4.48 a		
Beni Bunch	Spring	4.48 a	6.12 a	5.55 a	4.80 a	4.80 a	4.37 a	4.23 a	4.23 a	4.22 a	4.10 a	4.30 a		
Tainan S. 9	Fall		4.80 b	4.60 b	5.08 a	5.62 a	4.81 a	5.48 b	5.62 a	5.68 a	5.70 a	5.67 a	6.13 a	
Beni Bunch	Fall		5.96 a	6.19 a	5.25 a	5.53 a	5.42 a	5.90 a	5.44 a	5.48 a	5.80 a	6.10 a	5.97 a	6.13

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

4.3%，臺南選 9 號與 Beni Bunch 品種表現相同；但自始花後第 4 週開始，濃度即趨下降，又以臺南選 9 號的降幅最為明顯（表 3）；成熟期臺南選 9 號葉片氮濃度為3.23%，較始花後第 4 週之最高濃度4.37%降低1.14%，Beni Bunch成熟期葉片仍含有3.5%之全氮，與最高濃度4.41%（始花後降幅為0.79%。在子粒充實期間，大粒型品種葉片氮濃度均較臺南選 9 號高約 0.5%（表 3）。秋作第 6 週）比較，臺南選 9 號葉片氮素濃度亦以生育初期較高（4.29%），其後下降幅度略大於春作，但收穫時之濃度又行上升，高達3.83%；Beni Bunch 葉片氮素濃度最高為5.48%，超過春作之4.29%甚多，亦較臺南選 9 號為高，唯其下降亦較明顯，收穫時僅為3.47%（表 3）。

春作自始花後第 3 週起，莖稈內氮濃度即快速下降，以臺南選 9 號為例，濃度自2.25%降至成熟期之0.90%，Beni Bunch 品種則自2.30%降為1.00%（表 3）。與葉片的表現相同，自始花後第 5 週開始，莖桿濃度即以Beni Bunch品種為高，兩品種間之差距亦約為0.5%。秋作之表現與春作不同，臺南選 9 號莖桿氮素濃度雖亦呈下降趨勢，但幅度小於春作，成熟期濃度仍高達1.76%。

春作根部氮濃度在試驗進行期間多維持於2.5～3.3%，而且隨生育期進度之濃度下降亦不若葉片與莖桿明顯（表 3）。但 Beni Bunch品種於收穫前三週期間，根部氮濃度之降幅頗大，因此成熟期

Table 3. Nitrogen concentration (%, dry basis) in the leaf blade, stem and root of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Leaf Blade														
Tainan S. 9	Spring	3.60 a	3.64 a	4.25 a	4.37 a	3.82 b	3.87 b	3.80 b	3.74 b	3.35 b	3.50 b	3.23 b		
Beni Bunch	Spring	3.67 a	3.60 a	4.07 a	4.29 a	4.09 a	4.41 a	4.32 a	4.11 a	3.94 a	3.99 a	4.03 a	3.85	3.49
Tainan S. 9	Fall	3.24	3.80 a	4.29 a	4.16 b	3.51 b	3.77 b	3.40 b	3.31 b	3.33 b	3.32 b	3.17 b	3.83 b	
Beni Bunch	Fall		3.76 a	4.33 a	5.48 a	5.08 a	44.3 a	4.24 a	4.66 a	4.14 a	4.28 a	4.04 a	3.50 b	3.47
Stem														
Tainan S. 9	Spring	1.98 a	2.02 a	2.25 a	1.88 a	1.60 b	1.42 b	1.27 b	1.20 b	0.96 b	0.96 b	0.90 b		
Beni Bunch	Spring	1.95 a	1.92 a	2.30 a	1.99 a	2.12 a	1.88 b	1.85 a	1.61 a	1.48 a	1.34 a	1.34 a	1.23	1.00
Tainan S. 9	Fall		2.00 b	2.24 b	2.04 b	1.54 b	1.63 a	1.53 b	1.47 b	1.52 b	1.73 b	1.71 a	1.76 a	
Beni Bunch	Fall		2.50 a	2.50 a	2.95 a	2.47 a	2.34 b	2.47 a	2.45 a	2.25 a	2.11 a	1.97 a	1.63 a	1.91
Root														
Tainan S. 9	Spring	2.50 a	2.92 a	3.18 a	2.83 a	2.54 b	2.91 a	2.86 a	2.65 b	2.49 b	2.42 b	2.56 a		
Beni Bunch	Spring	2.75 a	2.94 a	2.87 b	3.05 a	2.90 a	3.10 a	3.23 a	3.02 a	2.78 a	2.91 a	2.58 a	2.48	1.92
Tainan S. 9	Fall	2.34	2.57 b	2.90 b	2.41 b	2.35 b	2.20 b	2.04 b	2.25 b	2.24 b	2.22 b	2.49 a	2.32 a	
Beni Bunch	Fall		3.17 a	3.27 a	3.82 a	3.33 a	3.30 a	2.56 a	2.87 a	2.69 a	2.67 a	2.53 a	2.22 a	2.27

*Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

之根部氮濃度，以臺南選9號（2.49%）高於 Beni Bunch（1.92%）。秋作臺南選9號根部氮素濃度變化趨勢幾與春作完全相同，僅數值稍低； Beni Bunch（1.92%）品種在始花後3－6週間均維持於3.3—3.8%之間，自第7週起下降，唯降幅亦不明顯；品種間比較仍以大粒型品種 Beni Bunch 爲高（表3）。

子房柄與莢果內氮素濃度之經時變化示於表4；氣生子房柄(P_1）與開始伸入土中之子房柄（P_2）均屬發育早期之子房柄，而其含氮濃度在始花期較高，生育後期較低，亦即表示越晚發生之子房柄內

Table 4. Nitrogen concentrations (%, dry basis) in the pegs (including pod wall and seed) of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						Pegs 1 and 2					
Tainan S. 9	Spring	4.12a*	3.73 a	4.06 a	3.81 a	3.65 a	3.26 a	3.14 a	3.13 a		
Beni Bunch	Spring	3.31b	3.49b	3.20b	3.42b	3.16 b	3.24 a	2.75 b	2.52 b	2.19	1.84
Tainan S. 9	Fall	3.82 **	3.82	3.95	3.48	3.52	3.61	2.98	3.60	3.18	
Beni Bunch	Fall	4.68	3.86	4.10	3.22	3.72	3.82	3.22	2.93	2.01	2.11
						Peg 3					
Tainan S. 9	Spring	3.72 a	3.67 a	3.21 a	3.24 a	3.41 a	2.99 b	3.14 a	3.13 a		
Beni Bunch	Spring	3.34 b	3.13 b	3.02 b	3.33 a	3.14 a	3.12 a	3.00 a	2.71 b	2.65	2.18
Tainan S. 9	Fall	3.45 b	3.27 a	2.99 a	3.41 a	3.32 a	3.49 a	3.64 a	3.83 a	3.62 a	
Beni Bunch	Fall	4.30 a	3.59 a	3.33 a	2.82 b	3.17 a	3.04 b	2.86 b	2.80 b	2.44 b	2.41
						Pod Wall					
Tainan S. 9	Spring		3.18 a	2.85 a	2.54 b	2.33 a	2.06 b	1.75 b	1.49 b		
Beni Bunch	Spring		3.17 a	2.48 b	2.90 a	2.40 a	2.50 a	2.12 a	1.72 a	1.46	1.36
Tainan S. 9	Fall	3.47 b	3.33 b	3.33 a	2.83 b	2.60 b	2.38 b	2.13 a	2.19 a	2.34 a	
Beni Bunch	Fall	3.72 a	3.80 a	3.47 a	3.22 a	3.01 a	3.21 a	2.42 a	2.38 a	2.14 a	1.36
						Seed					
Tainan S. 9	Spring		4.26 a	4.44 a	4.66 a	4.78 a	4.40 a	4.50 a	4.56 a		
Beni Bunch	Spring		3.37 b	3.68 b	4.08 b	4.10 b	4.08 b	4.15 b	4.43 a	4.20	4.37
Tainan S. 9	Fall				4.74 a	5.17 a	5.49 a	5.13 a	5.81 a	5.94 a	
Beni Bunch	Fall				4.01 b	4.53 b	4.44 b	4.31 b	4.65 b	4.67 b	4.21

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.
**Test of significance between varieties was not made due to insufficiency of samples.

，所含氮素濃度越低。春作品種間比較，則P_1與P_2子房柄氮濃度均以臺南選9號爲高。尖端開始膨大之子房柄（P_3）氮濃度雖亦隨植株之發育成熟而下降，但程度不如P_1與P_2，品種間的差異亦較不明顯（表4）。秋作試驗樣品不足，將各小區之P_1與P_2合併分析，因不具重複而未行統計分析，但品種間之差異似不若春作明顯，且臺南選9號濃度隨取樣時間之降低趨勢較爲緩慢，成熟期仍高達3.18%；Beni Bunch品種之表現不同，始花後4週P_1與P_2氮素濃度高達4.68%，但其後之下降亦快，第12週以後初生子房柄P_1與P_2之濃度僅爲2.11%。秋作臺南選9號 Beni Bunch所含氮素濃度自始花後第6週開始有上升的趨向，幅度由2.99%上升至3.62%，Beni Bunch 品種則表現下降的趨勢，品種間比較，仍以臺南選9號較高（表3）。

在落花生所有的器官中，以莢果壁內氮濃度之下降最爲顯著（表4）。春作始花後第4週臺南選9號莢果壁氮濃度爲3.5%，其後完全直線下降，成熟期僅爲1.49%；Beni Bunch品種莢果壁氮濃度雖較具變化，但仍維持下降趨勢，成熟期之濃度爲1.36%。秋作莢果充實期間莢果壁氮素濃度亦明顯下降，臺南選9號自始花後第4週之3.47%下降至成熟期之2.34%，Beni Bunch 則自3.72%降至1.36%；在始花後第9週以前，莢果壁氮素濃度以Beni Bunch品種爲高其後之差異則不顯著(表4)。

子粒內含氮濃度頗高（表4），春作臺南選9號子粒自形成後，濃度即持續上升，始花後第9週雖一度下降，成熟期仍高達4.56%，相當於28.7%之蛋白質；Beni Bunch 品種子粒氮濃度自始花後第9—11週內連續升高，唯成熟子粒內濃度爲4.37%，合27.5%蛋白質，略低於臺南選9號。秋作臺南選9號種子內氮素濃度變化的最大特色爲充實期間持續升高，並均高於 Beni Bunch品種，成熟期種子氮素濃度爲5.94%，合37.1%蛋白質，顯著超過春作，Beni Bunch 品種爲4.21%，合26%蛋白質，與春作接近（表4）。

春作葉片內非構造性碳水化合物（TNC）濃度的變化示於表5。兩品種始花初期葉片 TNC濃度極高，佔乾物重之20%以上，但下降亦極爲迅速；臺南選9號在始花後第2至第4週內，降幅達12.4%，其後變化較少，介於5.8—9.6%之間；Beni Bunch 自始花後第3至第7週，葉片 TNC 濃度自20.4%劇降至 3.9%，其後亦趨平穩，多維持在5%以下；始花後第6至9週間的濃度以臺南選9號爲高。秋作葉片內 TNC 濃度變化的趨勢與春作相近，品種間差異較不顯著，且成熟期之濃度高於春作（表5）。

春作莖部 TNC 濃度與葉片相同，呈現由高至低之變化，臺南選9號由始花後第2週之15.1%，下降至成熟期之6.6%，Beni Bunch則由第3週之14.7%降爲 3.6%，降幅較大，且在子粒充實期間，濃度多略低於臺南選9號（表5）。秋作臺南選9號莖部 TNC 濃度自始花後逐漸上升，第4週以後均維持於11%以上，雖亦具有變化，但成熟時仍高達13.71%；反之，Beni Bunch品種在始花後第7週以前，濃度雖持續上升至10.8%，其後則連續下降，成熟時僅爲6.96%（表5）。

Beni Bunch品種根部TNC濃度在始花後3週高達22.1%，遠超過同一時期臺南選9號之14%，但Beni Bunch之下降亦極爲快速，始花後第7週時僅爲5.2%（表5）；反之，臺南選9號在始花後2至5週內，根部 TNC 濃度平穩，約爲14—15%，第5至7週時之下降亦較緩慢，降幅在4%左右；換言之，在子粒充實過程中，小粒型品種臺南選9號根部TNC濃度均高於大粒型品種Beni Bunch。在秋作始花後11週以前，兩品種根部 TNC 濃度多未見差異，且隨時間之變化不明顯，亦無下降趨勢，濃度均在9—14%之間，僅有之例外爲始花後13週成熟期Beni Bunch根部TNC濃度較低，約爲6.6%（表5）。

秋作初生子房柄P_1、P_2與P_3之 TNC 濃度變化例於表6；兩品種 P_1 與P_2濃度均低於P_3之濃度，且以臺南選9號較高，其變域在始花後第7週以前爲10.65—14.56%，第8週以後下降，成熟時爲7.11%；Beni Bunch品種在始花後6週以前自7.68%上升至12.39%，第7週以後自 10.56%下降至成熟之4.03%（表6）。臺南選9號P_3之 TNC 濃度在第5週以前多在30%以上，其後略爲降低，但幅度不大，濃度多維持於25%以上；Beni Bunch品種P_3之 TNC 濃度在始花後第 4.5週較臺南選9號爲

Table 5. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (%, dry basis) in the leafblade, stem and root of peanut varietiesTainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							Leaf Blade							
Tainan S. 9	Spring	—	14.43	—	12.01	9.61 b*	9.62 a	5.82 a	—	8.15 a	—	5.89 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	20.42	—	14.16 a	8.12 b	3.94 b	—	3.65 b	—	5.50 a	—	4.59
Tainan S. 9	Fall	20.87	13.21	—	8.36 a	—	11.14 a	—	11.20	—	9.69	7.50 a	9.81	
Beni Bunch	Fall				8.16 a	—	10.58 a	13.03	—	7.33	—	7.05 a	—	8.24
							Stem							
Tainan S. 9	Spring	—	15.12	—	11.36	15.52 a	11.93 a	11.09 a	—	11.82 a	—	6.56 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	14.72	—	13.32 a	10.47 b	7.11 b	—	8.65 b	—	3.54 b	—	3.59
Tainan S. 9	Fall	8.94	6.94 a	7.88	11.50 a	15.76	13.09 a	—	11.22	—	12.88	12.54 a	13.71	
Beni Bunch	Fall	—	7.54 a	—	8.80 b	—	10.17 b	10.81	—	9.47	—	5.62 b	—	6.96
							Root							
Tainan S. 9	Spring	—	14.89	—	13.95	14.78 a	12.98 a	10.53 a	—	11.42 a	—	5.81 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	22.08	—	12.84 b	10.08 b	5.16 b	—	5.76 b	—	4.03 b	—	4.04
Tainan S. 9	Fall	10.74	10.47 a	—	13.38 a	—	12.00 a	—	9.28 b	—	10.80	11.51 a	10.40	
Beni Bunch	Fall	—	11.75 a	—	12.75 a	—	12.31 a	—	11.20 a	11.30	—	11.76 a	—	6.58

* Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

低，但在第6週以後已未呈現品種間之差異（表6）。

落花生莢果壁與子粒內 TNC 濃度雖亦呈直線下降的趨勢（表6）春作始花後第5週時，Beni Bunch莢果壁 TNC 濃度高達38.7%，但2週內即降至18.4%，始花後第11週時更下降爲6.3%，變化極爲明顯。臺南選9號品種莢果壁內 TNC 濃度在始花後第5週爲 28.9%，第7週時爲 12.4%，降幅亦大，但隨後即趨平緩，成熟時之濃度爲8%，較Beni Bunch之6.8%略高。秋作始花後第4、5週時，臺南選9號莢果 TNC 濃度爲30—37%，超過Beni Bunch之23—27%，其後兩品種之濃度均有明顯下降，但反以 Beni Bunch品種之濃度爲高，成熟莢果之莢果壁內仍含有高達10%以上之非構造性碳水化合物（表6）。

TNC 並非落花生子粒內最主要之成分，但春作在子粒形成初期之濃度亦高達30.6%（臺南選9號）與37.8%（Beni Bunch），隨子粒逐漸發育成熟，濃度明顯下降，收穫期大小、粒型落花生子粒乾物質中，分別有51.0%與13.1%係由 TNC 所組成（表6）。秋作係自始花後第7週始測定子粒內 TNC 濃度，臺南選9號爲19.1%，其後逐漸下降，成熟時爲13.5%，與春作相同；Beni Bunch品種子粒 TNC 濃度較臺南選9號爲高，始花後第7週爲 30.4%，成熟時爲17.5%，略高於春作（

表6）。

Table 6. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (%, dry basis) in the leaf blade, stem and root of peanut varieties Tainan S. 9 and Beni Bunch cultivated in the spring and fall crop seasons

Variety	Crop Season	Weeks after Initial Blooming 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Pegs 1 and 2											
Tainan S. 9	Fall	10.65	12.25*	16.23	17.35	11.15	14.56	10.61	7.20	9.79	10.62	7.11	
Beni Bunch	Fall	—	7.63	7.05	12.38	12.39	10.56	8.15	7.16	5.73	7.51	4.25	4.03
		Peg 3											
Tainan S. 9	Fall	24.96*	31.24	30.25 **	31.21 a	27.95 a	22.09 b	24.83 a	28.66 a	26.08 a	25.79 a	27.38 a	
Beni Bunch	Fall	10.49	37.52	23.72 b	24.64 b	26.56 a	28.97 a	27.33 a	27.90 a	26.04 a	28.93 a	25.80 a	17.97
		Pod Wall											
Tainan S. 9	Spring	—	—	25.05	28.86 a	25.32 b	12.40 b	—	10.54 a	—	7.99 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	—	38.69 a	35.01 a	18.40 a	—	11.55 a	—	6.29 a	—	6.79
Tainan S. 9	Fall	—	—	37.29 a	29.53 a	25.95 a	14.29 b	15.15 b	12.84 b	11.26 b	10.42 b	10.76 b	
Beni Bunch	Fall	—	—	26.59 b	22.77 b	23.18 a	24.20 a	22.14 a	17.12 a	17.71 a	20.72 a	15.91 a	10.51
		Seed											
Tainan S. 9	Spring	—	—	—	30.61	25.46 b	18.35 b	—	18.65 b	—	13.14 a		
Beni Bunch	Spring	—	—	—	—	37.80 a	26.07 a	—	24.15 a	—	13.65 a	—	15.04
Tainan S. 9	Fall	—	—	—	—	—	19.05 b	18.26 b	13.50 b	11.35 b	11.79 b	13.53 a	
Beni Bunch	Fall	—	—	—	—	—	30.37 a	27.94 a	26.69 a	20.79 a	21.00 a	17.29 a	17.51

* Test of significance between varieties was not made due to insufficiency of samples.
**Means with the same letter between varieties of each crop season and developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

討　　論

雖然大粒型落花生品種較具高產潛力，但在國內栽培，其產量常遜於小粒型品種[3]，確切原因尚未明瞭，本試驗之大、小粒型品種間與期作間莢果與子粒產量均無差異（表1），但以莢果產量約2.4t/ha，子粒產量約1.8t/ha而言，仍較國外報告爲低[7,20]；在春作低產方面，本研究室曾報告可能導因於較低的乾物質生產速率與分配效率，及營養器官與生殖器官間的競爭[2]，此外亦可由植株內部重要營養成分的變化，及可能對生理作用產生的影響予以探討，此爲本報告之主要目的。

落花生具有極高之淨光合作用速率[6,11]，但乾物質生產[2]與子粒產量均未臻理想，探討落花生植株之供源能力，葉面積形成應無不足之慮；一般認爲落花生葉面積指數（LAI）爲3－4時即可完

全覆蓋田區上面，充份吸收光能，LAI繼續增高對落花生生長並無助益[5,8,13]，本試驗中春作臺南選9號最高LAI可達9.5，Beni Bunch爲8.0，秋作則較低，兩品種分別爲4.9（資料由表2計算而得），與蔡[4]於屏東地區之試驗結果相近；春作是否因葉片生長過份繁茂而影響乾物質生產，爲一可資探討的問題，依據本研究室未發表資料，當臺南選9號品種株高爲 40cm，LAI 爲 7 時，距離植株頂端 10cm處植株內層之透光率僅爲 5 %，顯示遮光情形嚴重，應有可能導致光合速率降低。秋作LAI僅爲春作之一半，子粒產量却無差異，似與Duncan[8]之理論符合，但亦顯示淨合成速率（net assimilation, rate NAR）與乾物質分配效率可能與春作有明顯的差異，值得對落花生乾物質累積生理做更進一步的研究。

Ono[10]報告落花生NAR與 Specific leaf area (SLA) 有負相關關係存在，即NAR與比葉重（SLW）爲正相相關，雖然 Pallas, Jr. and Samish[12]未能發現落花生植株淨光合作用速率與SLW之關係，但均認爲 SLW不僅可反映光合作用潛力，同時也反映光合產物運轉潛力（translocation potential）；本試驗春、秋兩作之 SLW 多在 4 以上，較 Jones *et al.*[9]之結果略高，且在子粒充實前期（始花後 7 週以前）多以大粒型品種 Beni Bunch 爲高，可能表示具有較旺盛之光合作用能力，Pallas, Jr.[11]即曾報告落花生品種間具有明顯之光合成能力差異。秋作子粒充實後期 SLW升高（表 2），固可表示葉片之光合成物質生成量超過輸出量，但在討論供源能力是否確實超過積儲需求時，仍需考慮是否有其他因素限制子粒之正常發育與充實。

植株各營養器官中以葉片的氮素濃度最高，又以大粒型品種 Beni Bunch高於小粒型品種臺南選9號（表3），與 Tonn III and Weaver[19]的結果符合。本試驗中葉片氮素濃度雖隨植株之趨於成熟而有降低的傾向，但始終維持在3.5%的高濃度（表3），遠超過Tonn III and Weaver[19]與Santos and Sutton[13]的報告，顯示即至成熟後期，葉片內氮含量仍不虞缺乏；唯鑑於始花後第7週以後，植株之CGR大幅下降[2]，降幅更以葉片氮濃度爲高的 Beni Bunch品種較爲明顯，Ono[10]雖曾指出落花生始花後淨合成速率（NAR）與葉片氮濃度間有顯著的正相關，但本試驗結果認爲在生育中、後期葉片氮濃度不爲生理活性衰退或葉片老化的指標，其間關係應更爲複雜。

豆科作物種子充實過程中所需之氮素，部分係由葉片轉移而來，被認爲是導致植株老化的重要原因，但依據Sinclair and de Wit[17]，落花生爲一例外。依據本試驗中各營養器官含氮濃度（concentration）變化而言，葉片略有降低，莖桿明顯降低，根部變化不大，似乎顯示有氮素自葉片與莖桿再轉移至發育中之子粒，但如由氮素含量（amount）觀之，由於各營養器官之乾物重快速增加[2]，含氮量在始花後 7 — 8 週以內亦持續升高，其後莖與根部含氮量之降低極微，葉片部位雖因老化脫落而難於正確估算其含氮量，但春作臺南選 9 號葉片內氮量於始花後第 9 週僅較最高含量減少 7 %左右，而 Beni Bunch品種在第 7 —11週間亦維持高而穩定的濃度，秋作之結果相近可判定本試驗中亦無明顯的氮素再轉移現象。品種間比較發現大粒型品種植株的田間需氮量遠超過小粒型品種。Tonn III and Weaver[19]也指出 Spanish品種葉面含氮量較 Virginia品種低約50%，顯示今後如欲提高大粒型品種在本省的產量與種子品質，或應注意與氮素代謝與利用有關的研究。

春作兩品種與秋作 Beni Bunch品種早期發生之初生子房柄（P_1與P_2）氮濃度均高於後期發生之初生子房柄（表 4），爲一極富趣味之現象，是否與未來能否發育爲成熟莢果有關，爲一值得探討的問題，但由於Beni Bunch品種P_3子房柄氮素濃度高於P_1與 P_2子房柄，顯示上述假說成立之可能性。莢果壁氮素濃度在子粒充實期間大幅下降，而其乾物重也在中期後下降（資料未列出），表示在早期具有暫時貯存氮素的功能，並於後期有大量氮素轉移至子粒，供充實之需。春作子粒內氮素濃度穩定，亦即氮素與乾物質累積速率相近，秋作則因隨子粒逐漸充實而氮素濃度上升（表4），是否表示對氮素的需求較高，或光合成物質之供應不能配合，有待繼續研究。

有關落花生生育期間植株器官非構造性碳水化合物（TNC）濃度變化的報告甚少，本試驗因而進行詳細的 TNC 濃度分析，以探討光合成物的供需關係，及對落花生生育的可能影響。春作始花初

期葉片內TNC濃度高達20%以上（表5），應為比葉重（SLW）升高的主要原因，顯示此一時期葉片光合作用旺盛，有充分的光合成物供植株生長之需，而且極高的 TNC 濃度不一定對光合作用產生抑制效果，Ono[10] 即曾報導，NAR與 SLW 之間有極顯著的正相關關係存在。春作落花生生育中後期之葉片 TNC 濃度低而穩定，秋作之濃度稍高，但變化幅度亦小，直至成熟期均無明顯變異，不易判明與生理活性間的關係。

春作兩品種莖部TNC濃度雖由初期之15%降低至成熟期之 6.6%（臺南選9號）與3.6%（Beni Bunch）（表5）， 但同一期間乾物重之增加則達8—10倍[2]，一方面顯示 TNC 與氮素相同，並無自莖部向子粒之再轉移，與 Duncan *etal.*[8] 的報告相同，另一方面顯示莖部為維持生長與生理活性，有與子粒競爭 TNC 的可能。

與氮素濃度變化不同，春作根部 TNC 濃度在始花後第5週以後快速下降（表5），由於落花生根部固氮作用可消耗多至30%之淨光合產物[14]， 對碳水化合物的需求量極高，在充實後期如不能獲得充份供應，可能影響氮素平衡；秋作生育期間根部 TNC 濃度的下降即不若春作明顯，而其子粒氮素濃度亦顯著較春作為高，可能顯示兩者之間具有一定的關係。

秋作落花生自始花後7週以後，P_1與P_2子房柄內 TNC 濃度顯著下降，亦即較晚生的子房柄似不能獲得充份的碳水化合物供應，由於子房柄之繼續生長必須累積多量的 TNC（P_3 TNC 濃度為25—30%，高於P_1與P_2之10%左右），可能因而阻礙生育，配合前述晚生之 P_1 與 P_2 子房柄的氮濃度亦低（表4），顯示光合成物質與氮素之供應以及不同成熟度莢果之間對養分的競爭作用等，均可能是造成落花生成熟莢果率偏低的原因。

本試驗臺南選9號與 Beni Bunch品種在春、秋兩作之單位面積莢果與子粒產量均相同，未顯示出大，小粒型品種間與期作間的產量差異，但在單株產量與許多農藝及生理性狀表現方面則有不同，就單株產量而言，以大粒型之Beni Bunch較高，而Beni Bunch品種之葉面積雖顯著超過臺南選9號，秋作却遠不及春作，除顯示春作營養器官與生殖器官間對養分的競爭作用可能較大外，並表示過高之葉面積指數不一定有利於產量，其間的關係又可能因品種及期作而有異，為一值得繼續探討的問題。在兩型落花生品種間，均未發現大量氮素與 TNC 再轉移至充實中的子粒，唯大粒型品種營養器官中氮素濃度顯著高於小粒型品種，且生育中期以後濃度降低的幅度較大，種子中的氮素濃度亦較低，顯示兩型品種在氮素需求及利用效率方面有所不同。植株越早產生之子房柄的氮素與 TNC 濃度較越晚產生之子房柄為高，可能暗示同一時間不同生育階段的子房柄間亦有明顯的養份競爭作用，因而降低後期發生子房柄形成成熟莢果的比率，亦即為落花生生殖效率低落的一項原因。秋作植株營養器官TNC濃度較春作為高，又以乾重佔全株乾重超過40%之莖桿而言，TNC 濃度以臺南選9號為高，而且 Beni Bunch在生育中、後期之濃度降低也較為明顯，顯示在光合成物質的供需平衡關係，小粒方面型品種的表現可能較優，與大粒型品種子粒充實度欠佳的關係如何，將繼續予以探討。

引用文獻

1.王慶裕、1985。不同日夜溫差對落花生生理性狀及其產量的影響。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。

2.張富洲、劉大江。1987。大、小粒型落花生品種之生長特性比較。I 春作之農藝性狀與乾物質生產。中華農業研究36(1)：53—62。

3.陳墀成、黃明得。1982。新引進大粒型落花生品種比較試驗。雜糧簡報 23：52—54。

4.蔡秀隆。1986。落花生乾物質生產、分配與產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。臺中市。

5. Boote, K. J., J. W. Jones, G. H. Smerage, C. S. Barfield and R. D. Berger. 1980. Photosynthesis of peanut canopies as affected by leafspot and artificial defoliation. Agron. J. 72：247-252.

6. Branch, W. D. and J. E. Pallas, Jr. 1984. Heterosis of apparent photosynthesis rate in *Arachis hy*

pogaea L. Peanut Sci. 11 : 56-57.

7. Court, W. A., R. C. Coy and J. G. Handel. 1984. Effect of harvest date on agronomic and chemical characteristics of Ontario peanut. Can. J. Plant Sci. 64 : 521-528.
8. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18 : 1015-1020.
9. Jones, J. W., C. S. Barfield, K. J. Boote, G. H. Smerage and J. Mangold. 1982. Photosynthetic recovery of peanuts to defoliation at varions growth stages. Crop Sci. 22 : 741-746.
10. Ono, Y. 1982. Effects of leaf area index, specific leaf area, nitrogen in leaves and distribution ratio of dry matter to pod on net assimilation rate of peanut plants in the first half of fruiting state. Japan J. CropSci. 51 : 287-292.
11. Pallas, Jr., J. E. 1982. Photosynthetic traits or selected peanut genotypes. Peanut Sci. 9 : 14-17.
12. Pallas Jr., J. E. and Y. B. Samish. 1974. Photosynthetic responses of peanut. Crop Sci. 14 : 478-481.
13. Santos, R. B. and B. G. Sutton. 1982. Effect of defoliation on Virginia bunch peanuts at Camden, N. S. W. Aust. J. Agric. Res. 33 : 1037-1048.
14. Schubert, K. and G. Ryle. The energy requirements of nodulated legumes. *In* Advances in legume science (R. S. Summerfield and A. H. Bunting, eds.). P. 85. Royal Botanic Gardens, Kew, England.
15. Selamat, A. and F. P. Gardner. 1985a. Nitrogen partitioning and redistribution in nonnodulating peanut related to nitrogen stress. Agron. J. 77 : 859-862.
16. Selamat, A. and F. P. Gardner. 1985b. Growth, nitrogen uptake, and partitioning in nitrogen-fertilized nodulating and nonnodulating peanut. Agron. J. 77 : 862-867.
17. Sinclair, T. R. and C. T. de Wit. 1975. Photosynthate and nitrogen requirements for seed product ion by various crops. Science 189 : 555-567.
18. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wisc. Agri. Exp. Sa. Rep. 41, lip.
19. Tonn III, W. H. and R. W. Weaver. 1981. Seasonal nitrogen fixation and dry matter accumulation by peanuts. Agron. J. 73 : 525-528.
20. Wilkerson, G. G., J. W. Jones and S. L. Poe. 1984. Effect of defoliation on peanut plant growth. Crop Sci. 24 : 526-531.

Comparison on Growth Characters between Peanut Varieties Differing in Seed Size.

II. Changes in N and TNC Concentrations during Plant Development[1]

Fu-Chou Chang and Dah-Jiang Liu[2]

Summary

The small-seed Spanish variety Tainan S. 9 and large-seed Virginia variety Beni Bunch were grown in the spring and fall crop seasons. Samplings were made after initial blooming for determinations of leaf area, specific leaf weight and concentrations of total N and total nonstructural carbohydrates (TNC) in different plant organs. Experimental results showed no difference in pod and seed yields per ha between varieties or between crop seasons. Pod and grain yields per plant were higher for the large-seed Beni Bunch. Leaf area per plant was higher for Beni Bunch and the spring crop than for Tainan S. 9 and the fall crop, respectively. However, the effect of leaf area difference was not reflected on dry matter and grain yields, indicating the two types of varieties might have different optimal leaf area inde under field conditions. N conce ntrations in vegetative organs of Beni Bunch were consistently higher for Beni Bunch than for Tainan S. 9. Decreases in N concentrations during pod-filling was also significant for toe large-seed variety. These, along with low seed N concentration suggested that N requirement and utilization efficiency of Beni Bunch were different from those of Tainan S. 9. Early-developed pegs had higher N and TNC concentrations than the late-developed pegs, indicating possible competition of nutrients between pegs of different maturity degrees. The resulting low reproductive efficiency of peanut plants was therefore suggested. Stem TNC concentration was significantly higher for Tainan S. 9 than for Beni Bunch. Decrease in stem TNC was also significant higher for Beni Bunch during late podfilling. It was hence presumed that in terms of the balance between photosynthetic production and demand, the small-seed variety was superior to the large-seed variety. Although there was a tendency that concentrations of N and TNC decreased in vegetative organs with the advance of plant development, the amount of the two nutrients increased as a result of dry matter increase. This facts showed that there was no net redistribution of N and TNC to the developing grains. Pod wall possessed the function of temporary storage and the stored material could be retranslocated to meet the demand of the developing seeds.

---

1. Contribution No. 1370 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, research assistant and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.